

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-074959

(43)Date of publication of application : 23.03.2001

(51)Int.Cl.

G02B 6/122

G02B 6/13

(21)Application number : 11-252669

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 07.09.1999

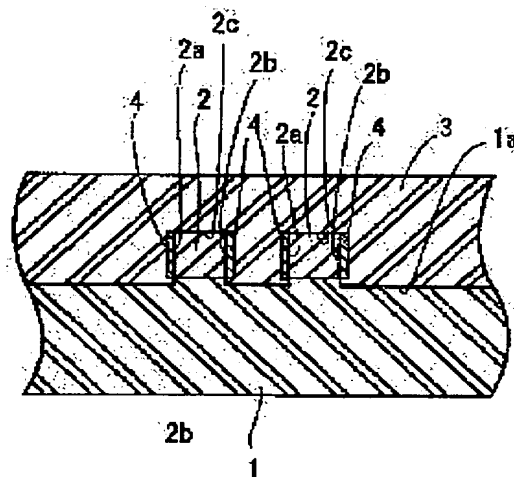
(72)Inventor : FUKUDA CHIE

## (54) EMBEDDED TYPE OPTICAL WAVEGUIDE AND ITS PRODUCTION

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent the deformation of cores due to heating to form an over clad layer in an embedded-type optical waveguide having cores and an over clad layer on a substrate.

**SOLUTION:** The embedded type optical waveguide has cores 2 having a rectangular or square cross section and an over clad layer 3 on a substrate 1. Thin film layers 4 made of an oxynitride glass having a refractive index nearer to the refractive index of the core 2 than to that of the over clad layer 3 are formed in the longitudinal direction of the core in the part including two side faces 2a, 2b of the core standing at least on the face 1a of the substrate 1.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-74959

(P2001-74959A)

(43) 公開日 平成13年3月23日 (2001.3.23)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 2 B 6/122  
6/13

識別記号

F I

G 0 2 B 6/12

テーム(参考)

A 2 H 0 4 7  
M

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平11-252669

(22) 出願日 平成11年9月7日 (1999.9.7)

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72) 発明者 福田 智恵

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内

(74) 代理人 100078813

弁理士 上代 哲司 (外2名)

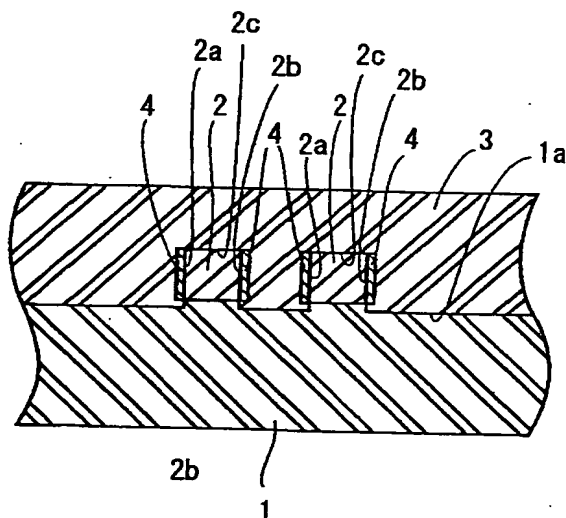
Fターム(参考) 2H047 KA04 PA01 PA05 PA21 PA24  
QA04 TA00

(54) 【発明の名称】 埋め込み型光導波路及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 基板上のコア及びオーバクラッド層を設けた埋め込み型光導波路のオーバクラッド層形成時の加熱によるコア変形を防止する。

【解決手段】 基板1上に横断面矩形又は正方形のコア2及びオーバクラッド層3を設けた埋め込み型光導波路であって、少なくとも基板1の面1aに対して直立するコア2の2つの側面2a、2bを含む部分に、屈折率が前記オーバクラッド層3よりも前記コア2に近い材質のオキシナイトライドガラスからなる薄膜層4を前記コア2の長手方向に沿って設ける。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に石英系ガラスからなる横断面矩形状又は正方形のコア及びそれらを覆う石英系ガラスからなるオーバクラッド層が設けられた埋め込み型光導波路において、屈折率が前記オーバクラッド層よりも前記コアに近い組成のオキシナイトライドガラスからなる薄膜層が前記基板の面に対して直立する前記コアの2つの側面を含む部分の前記コアの長手方向に沿って設けられていることを特徴とする埋め込み型光導波路。

【請求項2】 前記薄膜層は、前記基板の面に対して直立する前記コアの2つの側面と前記コアの上面を含む部分上に設けられていることを特徴とする請求項1に記載の埋め込み型光導波路。

【請求項3】 前記薄膜層は、前記基板と前記オーバクラッド層との境界面及び前記コアと前記オーバクラッド層との境界面にわたって設けられていることを特徴とする請求項1に記載の埋め込み型光導波路。

【請求項4】 基板上に横断面矩形状又は正方形のコア及びそれらを覆うオーバクラッド層が設けられた埋め込み型光導波路において、前記コアはオキシナイトライドガラスからなり、前記オーバクラッド層は石英系ガラスからなることを特徴とする埋め込み型光導波路。

【請求項5】 基板上にコア層を設け、該コア層上にマスク層を設けてそれにマスクパターンを形成した後エッチングにより該コア層からコアを形成し、続いて該コア上のマスク層を除去した後、少なくとも露出したコアの側面及び上面を含む部分上にオキシナイトライドガラスからなる薄膜層を設け、しかる後、該コア、該薄膜層及び該基板の露出した面の上にオーバクラッド層を設けることを特徴とする埋め込み型光導波路の製造方法。

【請求項6】 基板上にコア層を設け、該コア層上にマスク層を設けてそれにマスクパターンを形成した後エッチングにより該コア層からコアを形成し、続いて前記マスク層で覆われていないコアの側面及び基板の面のうち少なくとも該コアの側面を含む部分上にオキシナイトライドガラスからなる薄膜層を設け、しかる後前記マスク層を除去して、前記コア、前記薄膜層及び前記基板の露出した面の上にオーバクラッド層を設けることを特徴とする埋め込み型光導波路の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、基板上に横断面矩形状又は正方形のコア及びそれらを覆うオーバクラッド層を設けた埋め込み型光導波路に関する。

## 【0002】

【従来の技術】光通信に使用される埋め込み型光導波路は、シリコン、石英等からなる基板上に薄膜回路となる石英系ガラスからなるコアを設け、それらを覆うように石英系ガラスからなるオーバクラッド層を設けて、コアをオーバクラッド層に埋め込むようにして形成したもの

である。基板上にコアを形成するに当たっては、まず基板上にコアの基となる石英系ガラス薄膜のコア層を形成する。コア層の形成に当たっては、基板をマッフル内の回転台上に置いて、バーナーから水素、酸素等の燃焼ガスと四塩化珪素、四塩化ゲルマニウム等の原料ガスを供給して火炎加水分解によってガラス微粒子を生成して基板上に堆積させ、その後ガラス微粒子が堆積した基板を加熱してガラス微粒子を透明ガラス化してコア層とする。

【0003】その後、コア層の上にフォトリソグラフィ技術によりマスクパターンを形成し、これをマスク層としてリアクティブ・イオン・エッチングを行い、コア層から所望のコアパターンを有するコアを得る。次いで、基板上にコアを形成した部材をマッフル内の回転台上に置いて、バーナーから燃焼ガスと原料ガスを供給して火炎加水分解によってガラス微粒子を生成して基板上に堆積させ、その後ガラス微粒子堆積体を加熱して透明ガラス化してオーバクラッド層を形成する。

【0004】通常、コア層は屈折率を高くするため及び基板の変形しない温度でガラス微粒子を透明ガラス化するため、 $\text{SiO}_2$ に $\text{GeO}_2$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$ 等のドーパントが添加されるため、 $\text{SiO}_2$ に比較して軟化温度が相当に低くなっている。基板及びコアの上にオーバクラッド層を形成する時、オーバクラッド層となるガラス微粒子堆積体を加熱して透明ガラス化する必要があるが、その加熱によって先に形成されたコアが軟化して変形することがある。図5は、コアの変形の例を説明する横断面図であって、6は基板、7はコア、8はオーバクラッド層である。正常なものであればコア7は矩形又は正方形断面であるが、オーバクラッド層形成時の加熱によって図5に示すようにコアの角が丸くなったり、コアが倒れたりして変形する。コアの変形は光の伝送特性に悪影響を与えるので、オーバクラッド層形成時の加熱によってもコア変形が起こらないように、オーバクラッド層の透明ガラス化時の加熱温度はコアの変形する温度よりも低くする必要がある。

【0005】そのため、特開平3-75606号公報で示される方法では、オーバクラッド層にはかなり多い量の $\text{P}_2\text{O}_5$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$ を加えてコアの軟化温度よりもオーバクラッド層の軟化温度を200℃～450℃下げている。また、特開昭63-124006号公報には、オーバクラッド層の軟化温度を下げなくてもコア変形を起こらなくする方法として、コア上にコアよりも軟化温度が高い材質で石英と同一な屈折率を有する厚さ2μm程度の薄膜クラッド層をRFスパッタ法又はCVD法で設け、その上にオーバクラッド層を設ける方法が示されている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】上述した特開平3-75606号公報に示す方法では、 $\text{P}_2\text{O}_5$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$ の添加

量が多くなるが、そのような組成はガラス組成としては不安定で、 $B_2O_3$ 等が凝集して分相し易い。そのため、コアが変形せず、分相もせず、熱膨張係数の差でオーバクラッド層が割れるといったことが起こらないような組成範囲は極めて限定されたものとなり、組成選択が難しいという問題がある。

【0007】また、特開昭63-124006号公報に記載された方法は、薄膜クラッド層は $2\mu m$ 程度の厚さがあり、コア同志の中心配列間隔が狭くコアの表面同志の隙間が $5\mu m$ 以下のように狭い光導波路の場合には、コア間の溝底まで一様な厚さの薄膜クラッド層を形成することは難しい。本発明は、上述した従来技術の問題点を解消した埋め込み型光導波路及びその製造方法を提供するものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の埋め込み型光導波路は、基板上に石英系ガラスからなる横断面矩形又は正方形のコア及びそれらを覆う石英系ガラスからなるオーバクラッド層が設けられた埋め込み型光導波路であって、屈折率が前記オーバクラッド層よりも前記コアに近い組成のオキシナイトライドガラスからなる薄膜層が前記基板の面に対して直立する前記コアの2つの側面を含む部分に前記コアの長手方向に沿って設けられているものである。

【0009】これによって、オキシナイトライドガラスの軟化温度( $1500^{\circ}C \sim 1700^{\circ}C$ 程度)は、通常用いられる $SiO_2$ に $GeO_2$ 等のドーパントを添加したコアの軟化温度( $1200^{\circ}C \sim 1500^{\circ}C$ 程度)よりも高いので、オーバクラッド層の透明ガラス化時の加熱温度が従来技術に比べて多少高くなっても、オキシナイトライドガラスの変形する温度よりも十分低ければコアの変形を起こすことがない。なお、オキシナイトライドガラスからなる薄膜層がない場合は、オーバクラッド層の軟化温度を $850^{\circ}C \sim 1100^{\circ}C$ 程度にする必要があるが、オキシナイトライドガラスからなる薄膜層がある場合は、オーバクラッド層の軟化温度は $850^{\circ}C \sim 1300^{\circ}C$ 程度に設定することが可能で、オーバクラッド層の材料組成の選択が容易になる。

【0010】また、オキシナイトライドガラスからなる薄膜層の屈折率をコアの屈折率と同じか近いものにすれば、薄膜層にもコアの一部としての光伝送作用をなさしめれば、コア+薄膜層のサイズを薄膜層がない場合のコアのサイズと同じものとするのが可能である。そしてこの場合、薄膜層の厚さに相当する分だけ、コアを小さくすることが出来る。従って、隣接するコアの表面同志の隙間を薄膜層の厚さの2倍に相当する分だけ大きくすることが出来るので、薄膜層の形成作業を容易に行なうことが出来る。

【0011】また、コアに沿ってオキシナイトライドガラスからなる薄膜の薄膜層を設けることなく、コア全体

をオキシナイトライドガラスで構成することによって、コアの変形のない埋め込み型光導波路を作ることが出来る。

【0012】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の埋め込み型光導波路の実施形態を示す横断面図であって、1は基板、1aは基板の面、2はコア、2a、2bは基板の面に対して直立するコアの2つの側面、2cはコアの上面、3はオーバクラッド層、4は薄膜層である。

【0013】まず、FHD法(Flame Hydrolysis Deposition法)によってシリコン、石英等からなる基板1上に石英系ガラスからなるコア層を形成する。即ち、火炎加水分解によって $SiO_2$ 、 $GeO_2$ 、 $B_2O_3$ 、 $P_2O_5$ 等のドーパントを添加したガラス微粒子を生成して基板1上に堆積させ、それを加熱して透明ガラス化し、基板1上にコア層を形成する。そのコア層上にマスク材料を用いてフォトリソグラフィ技術によってマスクパターンを形成し、リアクティブ・イオン・エッチングによってコア層から横断面矩形又は正方形のコア2を形成する。

【0014】次いで、基板1の面1aに対して直立するコア2の2つの側面2a、2b上にプラズマCVD法によって、オキシナイトライドガラスからなる厚さ $1\mu m$ 程度の薄膜層4を設ける。この薄膜層4の形成は、以下説明する方法によって行なうことが出来るが、以下の方法に限られるものではない。コア層からコア2を形成する時にコア2の上面2cに残ったマスク層はそのままにして、露出した基板1の面1a上にもマスク層を設ける。基板の面1a上のマスク層の形成は、コア層上のマスクパターンの形成で使ったマスク材料とは別のマスク材料を用いることによって形成することが可能である。

【0015】そうすると、基板1の面1aに対して直立するコア2の2つの側面2a、2bだけが露出した状態になるので、そこにプラズマCVD法によって、オキシナイトライドガラスからなる厚さ $1\mu m$ 程度の薄膜層4を設ける。なお、薄膜層4を形成するオキシナイトライドガラスは、窒素の添加量を調整することによって、コア2の屈折率と同じとするか、オーバクラッド層3の屈折率よりもコア2の屈折率に近いものとする事が出来る。

【0016】その後、コアの上面1c及び基板の面1a上のマスク層を除去して基板1及びコア2を露出させ、基板1、コア2、薄膜層4の露出した表面の上にオーバクラッド層3を設ける。オーバクラッド層3の形成は、FHD法によって行い、 $SiO_2$ に $B_2O_3$ 、 $P_2O_5$ 等のドーパントを添加した材料からなる層をオーバクラッド層3として形成する。

【0017】図2、図3は、本発明の埋め込み型光導波路の他の実施形態を示す横断面図であって、図1と同じ符号は同じものを示す。図2の例は、コア2の2つの側

面2a、2b及び上面2cがオキシナイトライドガラスからなる薄膜層4で覆われたものであって、図1に示す埋め込み型光導波路と同様の方法で、リアクティブ・イオン・エッチングによってコア層からコア2を形成した後、コア2の上面1cに残ったマスク層を除去してから薄膜層4を形成することによって製造出来る。なお、薄膜層4の形成、オーバクラッド層3の形成は図1と同様の製造手順で行なうことが出来る。

【0018】また、図3の例は、コア2の2つの側面2a、2b及び上面2c並びに基板1の面1aの露出した部分に薄膜層4を形成するもので、図1の場合と同様にコア2を形成した後、マスク層を除去して基板の面1aの露出した部分には新しいマスク層を設けることをせずに、薄膜層4をプラズマCVD法等で設ける。そして、薄膜層4全体を覆うようにオーバクラッド層3をFHD法で形成することによって、図3の埋め込み型光導波路を製造することが出来る。

【0019】図1、図2、図3の埋め込み型光導波路はいずれも、少なくとも基板1の面1aに直立するコア2の2つの側面2a、2bにオキシナイトライドガラスからなる薄膜層4を設けたものである。少なくともコア2の2つの側面2a、2bは、コア2の軟化温度よりも高い軟化温度を有するオキシナイトライドガラスからなる薄膜層4によって保護されるので、オーバクラッド層3形成時の透明ガラス化工程での加熱によっても、コア2が倒れることがなく、コア変形を防止することが出来る。

【0020】また、図3の埋め込み型光導波路では、コア2の側面部分以外の基板1とオーバクラッド層3との界面にも薄膜層4が設けられている。薄膜層4の屈折率はオーバクラッド層3の屈折率よりもコア2の屈折率に近いので、コア2を伝送する光の一部が基板1とオーバクラッド層3との界面の薄膜層4側に漏れるが、薄膜層4の厚さは1μm程度と極めて薄いので、伝送損失には殆ど影響がなく、実用上は特に問題ではない。また、複数本のコアを設けてコア間にカブラとしての作用をなさしめる埋め込み型光導波路の場合であっても、カブラの分岐比は薄膜層4による光の漏洩を考慮して設計することが可能なので、基板1とオーバクラッド層3との境界に薄膜層4があっても実用上差し支えはない。

【0021】図4は、本発明の埋め込み型光導波路の他の実施形態を示す横断面図であって、図1と同じ符号は同じものを示す。また、5はオキシナイトライドガラスからなるコアである。この例はコア5全体が軟化温度の高いオキシナイトライドガラスで構成されるため、オーバクラッド層3の形成時の加熱によってもコア5は変形することはない。

【0022】

【実施例】実施例1として、図1に示す埋め込み型光導波路を次に示す要領で製造した。まず、石英ガラスから

なる基板上に、FHD法によりSiO<sub>2</sub>にGeO<sub>2</sub>、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>を添加した材料からなるコア層を形成し、コア層からフォトリソグラフィとリアクティブ・イオン・エッチングで横断面が縦6μm、横4μmの矩形の平行した2本のコアを形成した。2本のコアの中心間隔は8μmとした。

【0023】その後、コアの上面に残ったマスク層はそのままにして、露出した基板上にもコア上面のマスク層とは別のマスク材料によるマスク層を設けて、基板の面に直立する2本のコアそれぞれの2つの側面に、プラズマCVD法にてオキシナイトライドガラスからなる厚さ1μmの薄膜層を形成した。なお、オキシナイトライドガラスの窒素添加量は0.8at.%とし、屈折率はコアの屈折率に合わせた。その結果、コア+薄膜層は横断面が縦横各6μmの正方形となり隣接するコアの側面に形成された各薄膜層間の隙間は2μmになった。なお、at.%は組成中の全原子の個数に対する窒素原子の個数の割合を示すもので、窒素添加量0.8at.%とは、SiO<sub>2</sub>にNが添加されているオキシナイトライドガラスの場合、Siが33.5個、Oが65.7個、Nが0.8個の割合で出来ているものを指す。

【0024】その後、マスク層を除去して、露出したコア、薄膜層、基板の上にSiO<sub>2</sub>にB<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>のドーパントを添加した材料からなるオーバクラッド層をFHD法により形成した。そして出来上がった埋め込み型光導波路に光を伝送させたところ、横断面が縦横各6μmのコアを有する埋め込み型光導波路と同様の光伝送が可能であった。また、埋め込み型光導波路を横断面方向に切断して電子顕微鏡で観察したが、コアの変形は認められなかった。

【0025】次に実施例2として、図2に示す埋め込み型光導波路を次に示す要領で製造した。まず、実施例1と同じ方法でコア層を形成し、コア層からフォトリソグラフィとリアクティブ・イオン・エッチングで横断面が縦5μm、横4μmの矩形の平行した2本のコアを形成した。2本のコアの中心間隔は8μmとした。

【0026】その後、コアの上面に残ったマスク層を除去して、露出した基板の面上にはマスク層を設けて、基板の面に直立する2本のコアそれぞれの3つの側面に、プラズマCVD法にてオキシナイトライドガラスからなる厚さ1μmの薄膜層を形成した。なお、オキシナイトライドガラスの材質は実施例1に合わせた。その結果、コア+薄膜層は横断面が縦横各6μmの正方形となり隣接するコアの側面に形成された各薄膜層間の隙間は2μmになった。

【0027】その後、マスク層を除去して、実施例1と同様にオーバクラッド層を形成した。そして出来上がった埋め込み型光導波路に光を伝送させたところ、横断面が縦横各6μmのコアを有する埋め込み型光導波路と同様の光伝送が可能であった。また、この埋め込み型光導

波路を横断面方向に切断して電子顕微鏡で観察したが、コアの変形は認められなかった。

【0028】次に実施例3として、図4に示す埋め込み型光導波路を次に示す要領で製造した。まず、石英ガラスからなる基板の上に、プラズマCVD法によりオキシナイトライドガラスからなるコア層を形成し、コア層からフォトリソグラフィーとリアクティブ・イオン・エッチングで横断面が縦横各6μmの正方形の平行した2本のコアを形成した。2本のコアの中心間隔は8μmとし、2本のコア間の隙間は2μmとした。なお、オキシナイトライドガラスの窒素添加量は0.8at.%とした。なお、コアの石英に対する比屈折率差は0.75%であった。

【0029】その後、コア上のマスク層を除去して、露出したコア、基板の上にSiO<sub>2</sub>にB<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>のドーパントを添加した材料からなるオーバクラッド層をFHD法により形成した。そして出来上がった埋め込み型光導波路に光を送ったところ、横断面が縦横各6μmの石英系ガラスからなるコアを有する埋め込み型光導波路と変わらない光伝送が可能であった。また、この埋め込み型光導波路を横断面方向に切断して電子顕微鏡で観察したが、コアの変形は認められなかった。

【0030】

【発明の効果】本発明の埋め込み型光導波路は、基板の上に設けたコアに沿ってオキシナイトライドガラスからなる薄膜層を設けたものである。オーバクラッド層の形成時の加熱においてもコアが倒れるといったコア変形を起こすことがない。また、オキシナイトライドガラスからなる薄膜層を設けることによって、オーバクラッド層の許容温度範囲が広がるので、オーバクラッド層の組成選択も容易になる。

【0031】また、オキシナイトライドガラスからなる薄膜層の屈折率をコアの屈折率と同じか近いものにし \*

＊て、薄膜層にもコアの一部として機能せしめることにしたので、コア+薄膜層のサイズを薄膜層がない場合のコアのサイズと同じものとするのが可能である。従って、薄膜層の厚さに相当する分だけ、コアを小さくすることが出来る。またそれに伴って、隣接するコアの表面同志の隙間を大きくすることが出来るので、隣接するコア間にあるコアの側面への薄膜層の形成作業が容易になる。

【0032】また、コアに沿って薄膜層を設けることなく、コア全体をオキシナイトライドガラスで構成することによっても、コアの変形のない埋め込み型光導波路を作ることが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の埋め込み型光導波路の実施形態を示す横断面図である。

【図2】本発明の埋め込み型光導波路の他の実施形態を示す横断面図である。

【図3】本発明の埋め込み型光導波路の他の実施形態を示す横断面図である。

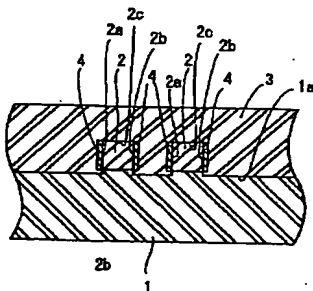
【図4】本発明の埋め込み型光導波路の他の実施形態を示す横断面図である。

【図5】埋め込み型光導波路のコア変形を説明する図である。

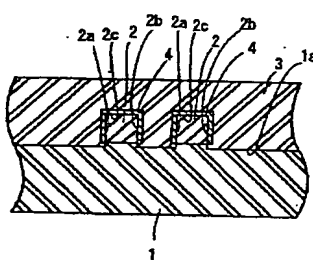
【符号の説明】

- 1、6：基板
- 1a：基板の表面
- 2、5、7：コア
- 2a、2b：基板の表面に対して直立するコアの2つの側面
- 2c：コアの上面
- 3、8：オーバクラッド層
- 4：薄膜層

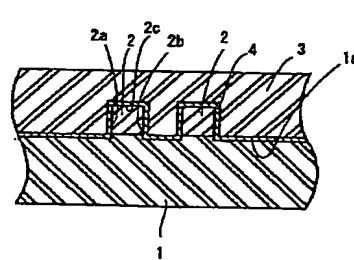
【図1】



【図2】



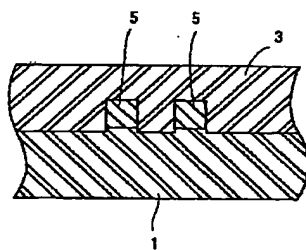
【図3】



(6)

特開2001-74959

【図4】



【図5】

